ZUR LEHRE

VON DER

WACHSARTIGEN DEGENERATION

DER

QUERGESTREIFTEN MUSKELN.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE

MIT GENEHMIGUNG DER HOCHL. MEDICINISCHEN FACULTÄT

ZU MARBURG

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE

EINREICHT UND

AM 12. JULI 1880

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

HANS STRAHL,

Pract. Arzt aus Berlin.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1880.

Hans Strahl, Sohn des zu Berlin verstorbenen practischen Arztes Dr. Carl Strahl und dessen Ehefrau Mathilde, geb. Metz, wurde zu Berlin am 28. März 1857 geboren und ist evangelischer Confession.

Herbst 1863 bezog er das mecklenburg-schwerinische Gymnasium zu Wismar, um Ostern 1866 auf das Wilhelms-Gymnasium zu Berlin, Ostern 1867 auf das Gymnasium zu Marburg überzugehen, wo er Ostern 1875 das Maturitätsexamen absolvirte.

Darauf studirte er in Marburg vier Semester Medicin und legte das Tentamen physicum ab. Nach einem zweisemestrigen Aufenthalt in Tübingen kehrte er nach Marburg zurück und legte daselbst das medicinische Staatsexamen im Winter 1879—80 und das Examen rigorosum am 9. März 1880 ab.

Als seine Lehrer verehrt er die Herren:

Beneke, v. Bruns, P. Bruns, Cramer, Dohrn, Ferber, Gasser, Greeff, Hüter, Külz, Lahs, Leichtenstern, Lieberkühn, v. Liebermeister, Mannkopff, Melde, Nasse, Roser, Schmidt-Rimpler, v. Schüppel, Wagener, Zinke.

SEINER LIEBEN MUTTER.

Die Veränderung der quergestreiften Muskelfasern, welche man als wachsartige Degeneration bezeichnet, ist von den verschiedensten Forschern bei sehr verschiedenen Gelegenheiten gefunden und beschrieben:

Zenker[1]) fand und beschrieb sie zuerst genauer bei Typhus abdominalis. Er hält den Vorgang, von dem er zwei verschiedene Stadien unterscheidet, für einen während des Lebens sich abspielenden Process und will denselben als einen entzündlichen nicht aufgefasst wissen. Nach ihm wurde von zahlreichen Anderen ein gleicher Process bei Trichinose, bei den meisten acuten Infectionskrankheiten, in Umgebung von Neoplasmen u. s. w. gefunden. Spätere Beobachter stellten die Behauptung auf, dass der Vorgang wohl ein postmortaler sein möge. So hat Erb[2]) dies an einer Typhusleiche constatiren wollen; Letzterer hat ausserdem genauer beschrieben, dass Muskeln frisch in indifferente Lösungen, so namentlich in Kochsalzlösung gelegt, einen eigenthümlichen Zerfall, gleichsam eine Einschmelzung durchmachen, nach deren Ablauf dieselben ebenfalls das Bild wachsartiger Degeneration geben. Endlich will er auch am durchschnittenen Muskel lebender Frösche und Kaninchen einen gleichen Zerfall beobachtet haben. Gegen ihn tritt Martini[3]) auf, der im Anschluss an andere Forscher den genannten Vorgang als eine plötzliche Gerinnung des Myosins hinstellt, ohne eigentlich einen Beweis hierfür geliefert zu haben. Er schliesst mechanische Momente aus und be-

1) Ueber die Veränderungen der quergestreiften Muskeln im Typhus abdominalis. Leipzig 1864.

2) Bemerkungen über die sogenannte wachsartige Degeneration der quergestreiften Muskelfasern. Virchow's Archiv. Bd. 43. I.

3) Zur pathologischen Histologie der quergestreiften Muskeln. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Bd. IV.

zeichnet die Erscheinung als von der Todtenstarre nur durch das Acute des Entstehens verschieden, wie er sie auch als völlig passiv darstellt. Cohnheim[1]) fand gelegentlich seiner Experimente an der Froschzunge, dass ein Zerreissen der Muskelbündel eintrat, wenn er die Wurzel der Zunge umschnürte und so die Blutzufuhr länger als 24 Stunden abgeschnitten hatte. Auch Weihl[2]) hat wachsartige Degeneration an der Zunge lebender Frösche beobachtet und künstlich dargestellt. Er erhielt dieselbe, wenn er Frösche mit der Zunge behufs mikroskopischer Untersuchung aufspannte und diese an der Zunge zerrten, ferner wenn er die Zunge an einzelnen Stellen quetschte und ebenfalls, wenn er curarisirten Fröschen kleine Substanzverluste an der Zungenmusculatur anlegte. Er will den Vorgang gleichfalls als eine plötzliche Gerinnung aufgefasst wissen.

In neuester Zeit haben Heidelberg[3]) und Erbkam[4]) Versuche mit Umschnürung ganzer Extremitäten gemacht. Erbkam beschreibt wachsartige Degeneration an den Muskeln der umschnürten Extremität, wenn er die Ligatur nach 10stündiger Umschnürung löste und das Thier dann noch einige Tage leben liess.

Wagener[5]) beschreibt, dass man am Schwanze lebender Froschlarven und Tritonen bei der mikroskopischen Untersuchung durch leichten Druck mit dem Deckglase sofort das Bild wachsartiger Degeneration hervorrufen kann; am Schwanz der Froschlarve tritt dieselbe ausserdem bei und vor seinem Schwund auf.

Eine ausführliche Uebersicht über die hierhergehörige Literatur gab Lüdeking.[6])

In Anbetracht aller dieser verschiedenartigen Verhältnisse hat schon Weihl die Frage aufgeworfen, ob es sich bei allen den genannten Erscheinungen wohl um den gleichen Process handeln möge oder ob wir es mit ganz verschiedenartigen Vorgängen zu thun haben. Er hat aber eigentlich selbst auf diese Frage die Antwort nicht gegeben, und soll im Folgenden versucht werden, eine Beantwortung derselben zu geben.

---

1) Untersuchungen über die embolischen Processe. Berlin 1872.

2) Experimentelle Untersuchungen über die wachsartige Degeneration der quergestreiften Muskelfasern. Virch. Arch. Bd. 61. II.

3) Zur Pathologie der quergestreiften Muskeln. Inaug.-Diss. Breslau 1878.

4) Beiträge zur Kenntniss der Degeneration und Regeneration von quergestreiften Muskeln nach Quetschung. Virch. Arch. Bd. 79. I.

5) Erscheinungen an den Muskeln lebender Corethra plumicornis-Larven. M. Schultze's Arch. f. mikr. Anat. Bd. X.

6) Untersuchungen über die Regeneration der quergestreiften Muskelfasern. Inaug.-Diss. Strassburg 1876.

Zu dem Ende sind theils die Versuche der verschiedenen Forscher wiederholt, theils durch andere Versuche neue Gesichtspunkte gewonnen.

Hauptsächlich handelte es sich darum, festzustellen, ob der zu untersuchende Vorgang an todter oder an lebender Musculatur vorkommt, oder ob sich eine gleiche Erscheinung nicht etwa an beiden nachweisen liesse. Es sind nun in erster Linie die von Erb näher beschriebenen Versuche wiederholt und ein Theil derselben bestätigt, während einige Punkte zu abweichenden Resultaten führten. Was zuerst den von ihm genauer beschriebenen sogenannten Einschmelzungsvorgang anlangt, so wurde dieser näher beobachtet. Wenn man frische quergestreifte Musculatur direct nach der Entnahme aus dem lebenden Thierkörper in 1 proc. Kochsalzlösung legt, kann man unter dem Mikroskop schon bei schwacher Vergrösserung ein sofortiges Quellen der durchschnittenen Enden der Primitivbündel bemerken, welche bis dahin völlig durchsichtig sind. Die Enden selbst nehmen ein mehr graues, undurchsichtiges Aussehen an, und nach kurzer Zeit sieht man, wie der Rand der undurchsichtigen Partie, der sich scharf gegen den durchsichtigen Theil absetzt, langsam gegen letzteren vorzurücken beginnt; wenn man nun nach Fixirung einer solchen Stelle stärkere Systeme zu Hilfe nimmt, so sieht man, wie an der Uebergangsstelle der beiden Zonen in dem noch unveränderten Theil des Muskelbündels theils kleine Längsspalten entstehen, dann aber die Querstreifen näher aneinander rücken und endlich — zuerst in der Mitte, etwas später am Rande — die einzelnen Säulchen gleichsam in feine Stücke zerbrochen werden, wobei zugleich eine deutliche Ablösung vom Sarcolemm zu constatiren ist. Der so veränderte Inhalt des Sarcolemmschlauches bleibt dann unverändert liegen. Um festzustellen, ob bei dem Vorgang die betreffende Lösung von aussen in den Sarcolemmschlauch eindringt, wurde zu derselben ein wenig Carmin hinzugesetzt. Auch hier konnte man die Veränderung im Sarcolemmschlauch deutlich wahrnehmen, ohne dass die Flüssigkeit innerhalb desselben eine rothe Färbung annahm. Daraus kann man schliessen, dass es jedenfalls nicht der directe Contact der Salzlösung mit der contractilen Substanz ist, welcher die Veränderung hervorruft, da für diesen Fall bei Carminzusatz man ein Eindringen der rothen Flüssigkeit jedenfalls würde beobachten können.

In manchen Fällen nun konnte man noch eine zweite Art von Welle am Muskel sehen, welche ebenfalls über das Bündel abläuft, um nach einiger Zeit inmitten desselben stehen zu bleiben. Man sieht dabei schon mit schwacher Vergrösserung, wie einzelne Muskel-

bündel an den Enden ein bräunliches Colorit annehmen; bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen bemerkt man, dass an den dunklen Stellen die Querstreifung feiner wird, die Querstreifen erheblich aneinander rücken, ohne dass die Structur des Muskels sonst verändert wird. Die enger quergestreifte Stelle setzt sich deutlich gegen den unveränderten Theil der Musculatur ab, und läuft die Welle entschieden langsamer, als bei dem oben beschriebenen Process, ein Stück über das Muskelbündel ab, um nach einiger Zeit stille zu stehen; von der ersten Art unterscheidet sie sich wesentlich dadurch, dass hierbei die Muskelstructur an sich erhalten bleibt, während dieselbe im ersteren Falle völlig verloren geht.

Erb hat auch versucht seinen Einschmelzungsvorgang am lebenden Thiere darzustellen, indem er Muskeln beim Frosch und beim Kaninchen einschnitt und aus der eingeschnittenen Stelle herausgenommene Stückchen auf ihren histologischen Bau untersuchte. Er fand dabei, dass stets nach $^1/_2 - 1^1/_2$ Stunden die eingeschnittenen Fasern wachsartig degenerirt waren. Diese Versuche wurden wiederholt und bestätigten sich, soweit sie Winterfrösche betreffen: man findet bei diesen, dass die durchschnittenen Fasern in der ganzen Länge entarten und die contractile Substanz dem Untergange anheimfällt. Der Vorgang wurde durch eine weiter unten beschriebene Färbemethode sogar am lebenden Thiere deutlich gemacht. Dagegen ist es nicht gelungen, am Kaninchenmuskel denselben zu bekommen. Um einen jeden postmortalen Zerfall sicher auszuschliessen, wurden die durchschnittenen Muskeln 1 — 2 Stunden nach der Durchschneidung ohne Herausnahme aus dem Körper direct in Alkohol gelegt und nach der Erhärtung Präparate von der Schnittstelle gemacht; nie fand ich dann bei der mikroskopischen Untersuchung derselben Degeneration der durchschnittenen Fasern vor, selbst dann nicht, wenn ein Muskel an zwei nahe gelegenen Stellen eingeschnitten und das dazwischen gelegene Stück für die Untersuchung benutzt wurde. Es stimmen diese Beobachtungen auch mit den Resultaten ähnlicher Versuche überein, welche von Höltzke[1]) auf dem hiesigen anatomischen Institute, wo auch vorliegende Arbeit angefertigt ist, früher gemacht sind. Auch Höltzke fand Tage nach der Durchschneidung vom Tibialis anticus des Kaninches nur eine Schlängelung der durchschnittenen Muskelfasern, die sonst ihre völlig normale Structur bewahrt hatten; nur an einzelnen Stellen waren dieselben von schmalen, glänzenden Querbändern durchzogen,

1) Ueber partielle Augenmuskelabschnürung. Inaug.-Diss. Marburg 1878.

welche aber durchaus keine Aehnlichkeit mit zerfallener Musculatur zeigen.

Im Folgenden sollen nun verschiedene Beispiele und Versuche besprochen werden, bei denen es gelungen, wachsartige Degeneration oder wenigstens das Bild derselben am lebenden Object darzustellen und nachzuweisen. Man schliesst dabei am besten an die Versuche von Weihl an, welche dieser an der Froschzunge gemacht hat. Weihl hat Frösche behufs mikroskopischer Untersuchung der Zungenmuskulatur aufgespannt und konnte dabei feststellen, dass, während er die Zunge befestigte, durch das Zerren des Frosches an derselben die einzelnen Muskelbündel einrissen, und das Bild der wachsartigen Degeneration entstand. Ein Gleiches gelang ihm, wenn er curarisirten Fröschen kleine Substanzverluste an der Zunge anlegte; sobald er dabei Muskelbündel verletzte, bemerkte er ein Zurückziehen und Zerklüften der contractilen Substanz, welche dann völlig das Bild der wachsartigen Degeneration liefert. Da der Process jedoch ein momentaner und am lebenden Körper eintretender ist, so will er ihn als „schollige Zerklüftung“ bezeichnet wissen. Diese Beobachtungen von Weihl sollen gleich besprochen werden; hier folgen nur noch zwei weitere Fälle, wo ebenfalls am lebenden Object das Bild der wachsartigen Degeneration zu beobachten ist. Wenn man, wie Wagener beschrieb, bei der Untersuchung von Froschlarven oder auch von jungen Tritonen mit dem Deckglase einen nur mässigen Druck auf den Schwanz derselben ausübt, so tritt sogleich eine Continuitätstrennung der contractilen Substanz innerhalb der Sarcolemmschläuche ein; es bilden sich wachsig glänzende Schollen mit feinster Querstreifung, welche die von dem Sarcolemmschlauch abgelöste contractile Substanz darstellen, die sich auf ein kleineres Volum zurückgezogen hat. Man kann dabei im ferneren Verlauf beobachten, dass die losgelöste Masse zur Norm nicht mehr zurückkehrt, sondern in dem Zustande der wachsartigen Degeneration abstirbt und zerfällt. Ausserdem tritt am Schwanze der Froschlarve regelmässig vor dem Schwund desselben in der gesammten quergestreiften Muskulatur wachsartige Degeneration auf und ist am lebenden Thier wahrzunehmen.

Um nun zu den von Weihl beschriebenen Veränderungen zurückzukommen, so bestätigt sich das Thatsächliche derselben durchaus. Nur hat Weihl einen Beweis dafür nicht gegeben, dass es sich bei seinen Versuchen wirklich um eine momentane Gerinnung des Myosins handelt. Es scheint der ganze Vorgang vielmehr nichts zu sein als eine Contraction der vom Sarcolemm losgelösten contractilen Sub-

stanz, welche dann zur Norm nicht mehr zurückkehren kann. Abgesehen davon, dass, wie eben gesagt, der Beweis für die Myosingerinnung noch aussteht, so spricht für einen Contractionsvorgang der Umstand, dass man von den wachsglänzenden Schollen anfänglich eine feinste Querstreifung mit Hilfe stärkerer Systeme deutlich erkennt, wie man dieselbe an contrahirten Muskeln findet. Wenn Weihl sich ausserdem auf die Ansicht von Martini stützt, so ist dies nicht zutreffend; gesetzt den Fall, diese wäre wirklich für den Typhusmuskel richtig, so hat ja Weihl hier einen ganz anderen rein traumatischen Vorgang, der nur das gleiche Bild liefert, und dessen Uebereinstimmung mit dem ähnlich aussehenden beim Typhus nicht erwiesen ist.

Was dann die Ansicht Weihl's anlangt, dass der Vorgang als wachsartige Degeneration nicht anzusehen sei, sondern mit dem von Neumann vorgeschlagenen Namen „schollige Zerklüftung" besser bezeichnet werde, so ist es allerdings richtig, dass für einen momentan eintretenden oder hervorzurufenden Vorgang der Name „Degeneration" nicht zutreffend ist; jedenfalls wird aber aus dem beschriebenen Zustand später gewiss ein weiterer, der sich auf alle Fälle als wachsartige Degeneration bezeichnen lässt, nämlich dann, wenn die bis dahin noch lebende contractile Substanz abstirbt. Demnach erscheint es auch, wie angedeutet, nicht ganz zutreffend, dass Weihl den von ihm beschriebenen Vorgang für identisch mit dem Zenker'schen beim Typhusmuskel hielt; er ist es momentan nicht, sondern liefert nur äusserlich das gleiche Bild. Erst später stirbt die contractile Substanz ab, und dann sind wohl beide Zustände die gleichen. Dasselbe wird auch bei den gequetschten Froschlarven und Tritonenschwänzen der Fall sein: zunächst nur das Bild wachsartiger Degeneration am lebenden Muskel, dann nach dem Absterben die wirkliche wachsartige Degeneration.

Da sich aus den Weihl'schen Versuchen nicht absehen liess, wie weit es sich hier noch um lebende Musculatur handelt, so wurde versucht, durch neue Experimente nach dieser Richtung hin die Weihl'schen fortzusetzen. Dabei kamen die Gerlach'schen Untersuchungen in Betracht, wonach lebendes Protoplasma in Carminlösung sich nicht färbt, hingegen Protoplasma, welches die Farbe annimmt, als abgestorben anzusehen ist.

Hierauf gestützt wurde eine Methode angewandt, um beim lebenden Thier die abgestorbene Muskulatur kenntlich zu machen, damit auch der von Erb geforderte Nachweis geliefert, dass im lebenden Muskel abgestorbene Muskelbündel vorkommen können. Wenn man

nämlich Fröschen in den Lymphsack des Rückens mit einer Pravaz'schen Spritze Carminlösung injicirt, so färbt sich bekanntlich das Bindegewebe, Haut u. s. w. in ganz kurzer Zeit roth, während die normale Muskulatur ungefärbt bleibt. Wenn man nun diese Methode an Fröschen anwandte, deren Zungenmuskulatur bei einem nur einmaligen Aufspannen an den verschiedensten Stellen eingerissen und zusammengeschnurrt war, so konnte man beobachten, dass nach einiger Zeit bei sonst völlig normaler Zungenmuskulatur sich die losgetrennten und wachsartig erscheinenden Partien roth färbten. Es ist dies ein Beweis, dass dieselben intra vitam bereits abgestorben sind, ein Beweis, der für den genannten Zustand bis jetzt noch gefehlt hat. An solchen Präparaten sieht man schon makroskopisch, wie sich von der Verletzungsstelle aus feine rothe Streifen durch ungefärbte Muskulatur hindurchziehen. Fertigt man von solchen Stellen mikroskopische Präparate an, welche sowohl rothe als wie ungefärbte Substanz enthalten, so kann man nun sofort die verletzten Muskelpartien von den unverletzten unterscheiden: mitten innerhalb völlig unveränderter Primitivbündel verlaufen rothe, glänzende, in Reihen angeordnete Schollen, die gefärbte wachsartig degenerirte Muskulatur repräsentiren. In frühen Stadien sieht man an derselben noch feinste Querstreifung, während nach Verlauf einiger Zeit diese schwindet und der Inhalt des Sarcolemmschlauches nach und nach seinem Zerfall entgegen geht. Dabei bleibt stets der Sarcolemmschlauch ungefärbt, sowohl an den gesunden als an den degenerirten Muskelbündeln. Man kann dies besonders beobachten, wenn es gelingt, eins der rothen degenerirten Bündel zu isoliren. Man sieht dann die rothen Schollen, welche an denjenigen Stellen, wo sie etwas von einander entfernt liegen, immer den ungefärbten Sarcolemmschlauch zwischen sich erkennen lassen. Man hat hier also einen Fall, wo man das sichere Vorkommen wachsartig degenerirter todter Muskelfasern innerhalb des lebenden Körpers und innerhalb des lebenden sonst ganz normalen Muskels feststellen kann.

Noch ein anderer Fall des gleichen Vorkommens soll hier folgen, durch welchen ich eigentlich auf die Anwendung der Carmininjection geleitet worden bin. Durch v. Wittich ist beschrieben, dass an der Muskulatur der Frösche zu gewissen Jahreszeiten Regenerationserscheinungen vorkommen. Da diesen nun auch Degenerationsformen vorausgegangen sind, so suchte und fand ich dieselben in einzelnen Fällen in der Rückenmuskulatur der Frösche. Um nun diese an und für sich nicht häufigen Stellen deutlicher zu machen, sollten dieselben schon am lebenden Frosch durch Färbung hervorgehoben

werden. Behufs dessen wurde einer Reihe von Fröschen, wie oben beschrieben, 10 proc. Carminlösung in den Lymphsack des Rückens injicirt; hiernach fand man bei einer Anzahl von Thieren später, wenn man den Lymphsack eröffnete, zwischen der ungefärbten Rückenmuskulatur an einzelnen Stellen feine rothe Streifchen, welche entsprechend den Fasern der Muskeln verliefen und bei genauerer Beobachtung meist als aus feinen rothen Punkten zusammengesetzt erschienen. Fertigte man nun aus solchen Stellen Präparate an, welche gefärbte und ungefärbte Theile enthielten, so sah man, wie an den oben beschriebenen Zungenpräparaten, zwischen normaler, ungefärbter Muskulatur roth gefärbte, mehr oder weniger zerfallene Muskelbündel liegen, welche auch hier stets von dem ungefärbten Sarcolemmschlauch eingeschlossen sind. Sie liefern das Bild verschieden weit vorgeschrittener wachsartiger Degeneration und haben grosse Aehnlichkeit mit den von Zenker abgebildeten Typhusmuskeln.

Endlich wurde auch an Fröschen die Injection mit Carmin gemacht, denen in Wiederholung der oben angeführten Erb'schen Versuche die Oberschenkelmusculatur eingeschnitten war. Auch hier erhielt man gute, schon makroskopisch zu beurtheilende Präparate. Es war nämlich die gesammte durchschnittene Musculatur an der Schnittstelle roth gefärbt, welch rothe Färbung sich immer noch eine Strecke nach oben und unten in den betroffenen Fasern fortsetzte, so dass man innerhalb normaler ungefärbter Musculatur einen Keil von rothen degenerirten Fasern sah. Man könnte hier noch einwenden, dass es sich in den angeführten Fällen um eine postmortale Färbung handele dass das Carmin erst nach der Tödtung des Thieres die degenerirten Muskelbündel roth gefärbt habe. Dieser Einwand wurde dadurch ausgeschlossen, dass injicirte Frösche noch Monate nach der Injection leben blieben. Wenn von solchen Fröschen schon längst kein Carmin mehr ausgeschieden wurde — die grösste Menge des überschüssigen Farbstoffes wird in ungefähr einer Woche zumeist per vesicam et anum wieder entleert — demnach also flüssiges Carmin im Körper nicht mehr vorhanden war, konnte man an geeigneten Exemplaren doch stets noch die roth gefärbten Muskelbündel vorfinden; selbst wenn der sonst äusserlich ebenfalls rothe Frosch schon fast völlig entfärbt war, fand man doch innerhalb einzelner Sarcolemmschläuche noch die Reste der rothen Muskeln. Damit ist also der Einwand einer postmortalen Färbung hier ausgeschlossen. Ausserdem ist damit auch die von Erb in dem Resumé seiner Arbeit aufgestellte Behauptung widerlegt, wonach nur an verwundeten Muskeln lebender Thiere wachsartige Degeneration vorkommen soll. Es hat nur die

Methode gefehlt, um auch die unverwundeten bequem nachweisen zu können.

Es soll hierauf die Besprechung einer anderen Art der wachsartigen Degeneration am lebenden Thier folgen, welche auf Absperrung der Blutzufuhr von der Musculatur beruht und welche von Cohnheim, Heidelberg und von Erbkam näher beschrieben ist Heidelberg und nach ihm Erbkam haben Kaninchen am Hinterbein oberhalb des Knies behufs Abschluss der Blutzufuhr einen Gummischlauch umgelegt, und Erbkam fand, dass, wenn er nach 10 Stunden ohne Lösung der Ligatur das Thier tödtete, er Veränderungen an der Musculatur desselben unterhalb der unterbundenen Stelle nicht beobachten konnte; Heidelberg hat diese Zeit bis circa 70 Stunden ausgedehnt und auch dann nur den Tod der Muskeln, aber keine Veränderung der Muskelstructur bemerkt. Wenn man dagegen nach 10 Stunden die Ligatur löst und das Thier noch einige Zeit leben lässt, so finden sich in den Muskeln unterhalb der Ligaturstelle, abgesehen von der Veränderung der Form, degenerirte Primitivbündel vor. Heidelberg beschreibt dabei, dass der Zerfall der Musculatur vornehmlich in Discs vor sich geht, während er wachsartige Degeneration nur seltener fand. Dies wurde auch von mir beobachtet, wenn auch nicht in der von Heidelberg beschriebenen Ausdehnung. Denn bei den zahlreichen in dieser Art behandelten Kaninchen fanden sich an den Muskeln unterhalb der Absperrungsstelle, auch an den nicht direct betroffenen, neben dem Zerfall in Discs auch immer reichliche Stellen vor, die völlig das Bild der wachsartigen Degeneration und der Typhusmusculatur gaben. In dem genannten Fall ist also wohl die wachsartige Degeneration und die Zerklüftung nichts als ein Resorptionsvorgang an todter Musculatur. Die Muskeln sterben in Folge der abgeschnittenen Blutzufuhr ab, ohne ihre Structur zu verändern; erst wenn das Blut wieder zu den todten Muskeln zugelassen wird, tritt ein Zerfall derselben ein. Es schliessen sich dabei der Zerfall in Discs und die schollige Zerklüftung gegenseitig nicht aus, da man sich nur vorzustellen braucht, dass die Discs noch mehr bei der Resorption zerbröckeln, während die dazwischen gelegenen grösseren Stücke den Wachsglanz annehmen, so ist das Bild des Typhusmuskels gegeben; andererseits aber könnten auch beide als verschiedene Arten des Muskelzerfalls sehr gut nebeneinander hergehen.

Im Anschluss an die Degenerationsvorgänge nach Abschneidung der Blutzufuhr wurden auch Versuche über die Regeneration der Muskeln gemacht, welche zu ähnlichen Resultaten, wie die von Erbkam

beschriebenen, führten. So wurde ein Kaninchen nach 10stündiger Ligirung noch ein Monat am Leben erhalten und dann getödtet. Es war an dem ligirten Bein zuerst nach der Loslösung der Umschnürung eine starke Schwellung eingetreten und das Bein konnte nicht gebraucht werden, sondern wurde nachgeschleppt. Die Schwellung verlor sich allmählich, und zugleich begann auch der Gebrauch des Beines wieder; der Umfang des Beines nahm immer mehr ab und als das Thier nach Verlauf eines Monats getödtet wurde, war die kranke Extremität im Verhältniss zur gesunden ungemein dünn geworden. Die Haut war stark adhärent und nur mit Schwierigkeit abzuziehen. Präparate aus dem ganz dünnen Gastrocnemius zeigten nur feine, schmale Muskelbündel mit zahlreichen reihenweise gestellten Kernen, also die veränderten Waldeyer'schen Muskelzellschläuche. An der Musculatur eines Kaninchens, dessen hintere Extremität $8\frac{1}{2}$ Stunden umschnürt gewesen war, und welches dann noch 2 Monate am Leben blieb, konnte eine Veränderung kaum wahrgenommen werden. Die Gebrauchsfähigkeit des erst gelähmten Beines war völlig wieder hergestellt, und an mikroskopischen Präparaten war nichts Aussergewöhnliches zu sehen.

In die Kategorie wachsartiger Degeneration nach Umschnürung würden denn auch die Cohnheim'schen Versuche mit der Froschzunge gehören. Cohnheim fand bekanntlich gelegentlich anderer Untersuchungen, dass, wenn er Froschzungen am lebenden Thier an der Wurzel unterband, sich schon nach 24 Stunden, besser aber noch nach 48 Stunden wachsartige Degeneration in der Zunge vorfand, die er auf der abgeschnittenen Blutzufuhr beruhen lässt unabhängig von jeglicher Zerrung des Präparates. Wenn man einen den obigen Verhältnissen analogen Massstab an diese Versuche legt, so lässt sich auch hier vielleicht nachweisen, dass erst die Musculatur ohne Veränderung der Structur abstirbt und dann beim Hinzutreten des Blutes die Erscheinungen der wachsartigen Degeneration eintreten. Jedenfalls sind die Versuche schwierig zu machen, da die Musculatur der Froschzunge eine ausserordentlich empfindliche ist und bei den verschiedenen vorzunehmenden Proceduren immerhin leicht einreissen kann. Ausserdem ist hierbei noch der Unterschied zu beachten, dass man bei der Froschzunge immer einen Theil der Muskelbündel selbst mit umschnürt, denen man die Blutzufuhr abschneidet, der Versuch also in Bezug auf seine Ursachen kein ganz reiner ist. Bei den unterbundenen Extremitäten kann man dagegen immer Muskeln zur Untersuchung benutzen, welche von der Läsion direct nicht betroffen sind.

Es ist bisher stets nur von Formen der wachsartigen Degeneration gehandelt, welche theils an lebenden Muskeln, theils an abgestorbenen, als solche aber doch immer am lebenden Organismus beobachtet sind. Es schliesst sich hieran noch eine neue Form an, die durch ihre Eigenschaften nicht unwichtig zu sein scheint, besonders da sie für die noch offene Frage der Myosingerinnung bei der wachsartigen Degeneration neue Gesichtspunkte eröffnet. Es ist dies das Auftreten von Wachsglanz und Schollenbildung an todten Muskeln, welche dem lebenden Kaninchen eingenäht wurden. Es wurden nämlich kleine Stücke von normalen quergestreiften Kalbsmuskeln, welche 4 Tage nach der Tödtung des Thieres diesem entnommen, todtenstarr gewesen waren, und vorher mikroskopisch untersucht keine Spur von Wachsglanz zeigten, Kaninchen unter die etwas abgehobene Haut eines Hinterbeines geschoben und dann die Hautwunde vernäht. Die Hautwunde heilte schnell; nach 5 Tagen war dieselbe völlig geschlossen, und fühlte man durch die Haut an der benutzten Stelle eine deutlich fluctuirende etwa wallnussgrosse Geschwulst. Nach Eröffnung derselben entleerte sich Eiter und mit diesem das eingenähte Stückchen Muskel, welches sofort in Alkohol gelegt wurde. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Präparate zeigte sich, dass an einzelnen Stellen die Musculatur in kleine Stückchen zerfallen war, welche inmitten reichlicher Mengen von Eiterzellen lagen. Einige derselben zeigten noch eine deutliche grobe Querstreifung mit Hensen'scher Mittelplatte, während andere völlig wachsglänzend ohne feinere Structur waren. Wenn man die Präparate mehr aus der Mitte des Muskelstückes nahm, so fand sich an denselben die äussere Form der Muskelbündel mehr erhalten. Dieselben lagen dann in langgestreckten Zügen, aber alle den deutlichsten Wachsglanz zeigend, und durch Querrisse in mehr oder weniger grosse Schollen zerlegt. Im Gegensatz zu den von der Peripherie des eingenähten Stückes entnommenen Präparaten schien hier das Sarcolemm noch erhalten zu sein, welches bei den letzteren mit zerfällt, da sie in kleinen getrennten Stückchen neben einander liegen. Das den eingenähten Muskeln völlig gleiche Bild liefern Präparate von Höltzke, die mir aus der anatomischen Sammlung zur Beobachtung zu Gebote standen, und die in der oben angeführten Dissertation beschrieben sind. Dieselben sind hergestellt durch Umschnürung von Augenmuskeln mit Catgutfäden. Man sieht hier an Schnitten, welche 7 Tage nach der Umschnürung durch Catgutschlinge und abgeschnürte Musculatur gelegt sind, wie aus der Schlinge schleifenförmige, stark wachsartig glänzende Bogen von degenerirten

Muskelfasern hervorsteigen. Dieselben liefern genau das gleiche Bild wie die eingenähten. Sie unterscheiden sich nämlich von der Typhusmusculatur dadurch, dass die wachsglänzenden Schollen weniger aus breiten Pfröpfen bestehen, sondern mehr die ursprüngliche Form der Muskelbündel behalten und so als längliche, mit parallelen Rändern versehene, zuweilen quer eingeschnittene Streifen erscheinen. Im Wesen sind diese abgeschnürten Muskeln nichts Anders als die eingenähten; die Circulation wird bei denselben nicht wieder hergestellt, und so liegen sie nach dem Absterben als Fremdkörper zwischen Conjunctiva und Sclerotica in der allseitig geschlossenen Orbita.

Es handelt sich also bei den eingenähten Muskeln um ein Auftreten wachsartiger Degeneration, welches rein postmortal ist und lediglich auf der Resorption des eingenähten Muskels beruht. Hier kann kein Zweifel sein, dass für den vorliegenden Fall eine Myosingerinnung völlig ausgeschlossen ist. Die eingenähten Stücke waren längst todtenstarr gewesen, der Vorgang der Myosingerinnung längst abgelaufen, also für das Auftreten des Wachsglanzes gänzlich ausser Betracht kommend. So würde also für diesen Fall sicher die Ansicht von Martini nicht zutreffend sein, wonach die wachsartige Degeneration eine nur im Leben vorkommende, plötzliche, explosive Myosingerinnung sei, welche sich nur durch das Acute ihres Entstehens von der Todtenstarre unterscheiden soll.

Es schliesst sich hieran die Besprechung der Arbeit von Popoff[1]), der sich ebenfalls nicht hat überzeugen können, dass man es bei der wachsartigen Degeneration mit einem Gerinnungsvorgange zu thun habe; auch ihm fehlen bis dahin noch die Beweise.

In anderen Beziehungen stimmen jedoch unsere Resultate nicht überein; Popoff will nämlich die wachsartig degenerirten Fasern nicht als Caput mortuum angesehen wissen; nach ihm besteht wachsartige Degeneration — allerdings nur bei Infectionskrankheiten beobachtet — nicht in einem einfachen Degenerationsvorgang sondern in einem Proliferationsprocess. Dies trifft nicht zu für die Vorgänge am Froschmuskel, sondern ist hier durch die Carmininjection nachgewiesen, dass allerdings die degenerirten Partien todt sind und als solche nicht wieder in integrum restituirt werden. Denn wenn auch Popoff durch den Polarisationsapparat und durch Nachweis von Kernen erkannt zu haben glaubt, dass nur ein Theil der wachsartigen Masse abgestorben sei, so hat bei den injicirten Fröschen die überall

---

1) Ueber die Veränderung des Muskelgewebes bei einigen Infectionskrankheiten. Virch. Arch. Bd. 61.

gleichmässig rothe Färbung der degenerirten Partien gezeigt, dass diese überall auch abgestorben sind. Die Präparate zeigen, dass der roth gefärbte Inhalt der Sarcolemmschläuche nach und nach der Resorption anheim fällt; nirgends war seitens desselben eine Neubildung zu constatiren. Man kann an Thieren, welche man längere Zeit nach der Injection leben lässt, gradatim das Abnehmen des rothen Inhalts der Sarcolemmschläuche beobachten gleichlaufend mit der auch sonst immer weiter verlaufenden Entfärbung des nicht völlig rothen Frosches. Nach circa 4 Monaten sind die Thiere äusserlich fast entfärbt, und an geeigneten Muskelobjecten sieht man die rothe Substanz nur an einzelnen Stellen noch als kleine Krümel innerhalb des sonst leeren Sarcolemmschlauches liegen.

Es führt die Darstellung dieses Vorganges auch noch auf die Frage der Resorption und Entfernung der rothen degenerirten Massen. Wenn man dazu die roth gefärbten Froschmuskeln benutzt, so stellt sich heraus, dass man an denselben niemals eine Betheiligung von Wanderzellen nachweisen kann. Man sieht innerhalb des Sarcolemmschlauches die rothen Degenerationsmassen liegen, welche um so kleiner werden je später nach der Injection die Untersuchung stattfand. Die anfänglich grossen rothen Schollen werden immer kleiner und weniger, sie zerbröckeln nach und nach, und nach Monaten liegen nur noch spärliche Reste einer rothen körnigen Masse innerhalb des leeren Sarcolemmschlauches. Niemals traten zu irgend einer Zeit der Beobachtung Zellen auf, welche zu der Annahme hätten führen müssen, dass sie bei der doch stetig stattfindenden Resorption der degenerirten Masse thätig wären. Nicht einmal in denjenigen Fällen wurde eine Anhäufung von Zellen beobachtet, in welchen die Degeneration an der Zunge durch Verletzung hervorgerufen, an eine traumatische Entzündung also in erster Linie zu denken war. Wir haben also hier den Fall einer stattfindenden Resorption ohne irgend nachweisbaren Einfluss von Wanderzellen. Analoge Verhältnisse walten auch bei der Verkümmerung des Schwanzes der Froschlarve ob. Es tritt nämlich vor dem Schwund desselben in seinem ganzen muskulösen Theil überall wachsartige Degeneration ein. Man kann da zuweilen an einem Präparate die sämmtlichen verschiedenen Bilder derselben bekommen: grosse und kleinere Pfröpfe und Schollen neben einander liegend, dazwischen feine zerbröckelte Massen von zusammengefallenem Sarcolemmschlauch eingeschlossen, gröbere bis zur feinsten Querstreifung, an einzelnen Schollen gänzliches Fehlen derselben; auch Schlängelung der Muskelbündel und jene knotenförmigen Verdickungen, wie sie Höltzke abgebildet hat, kann man wahr-

nehmen; durchgehends aber einen deutlichsten Wachsglanz, so dass die Muskeln stellenweise die grösste Aehnlichkeit mit Typhusmuskeln haben. Auch hier beobachtet man, wie die wachsartig degenerirte Muskulatur nach und nach an Masse abnimmt, nachdem die grösseren Schollen zu immer kleineren zerfallen sind. Auch hier ist nirgends die Einwirkung von Wanderzellen nachweisbar, welche bei der Resorption thätig sein sollten.

Wenn man nunmehr das Resultat betrachtet, welches die Vergleichung der beschriebenen Degenerationsvorgänge liefert, so ist es jedenfalls zweifellos, dass es sich hier um eine Reihe völlig von einander verschiedener Processe handelt, welche nur im allgemeinen dasselbe mikroskopische Bild liefern, ihrem Wesen und besonders ihrer Entstehung nach aber auseinander zu halten sind. Es folge hier nur noch kurz die Beziehung der verschiedenen besprochenen Vorgänge zu den von Zenker beschriebenen Typhusmuskeln.

Was den von Erb beschriebenen Vorgang anlangt, so ist derselbe nur an verwundeten, zum Theil sogar aus dem Körper entnommenen Muskeln zu beobachten. Er zeigt ein Durcheinanderfallen der Anisotropen, das sich nicht wieder regelt. Da bei ihm immer eine gleichzeitige Verletzung des Sarcolemms mit einhergeht, so liegt es nicht sehr nahe, ihn als identisch mit dem ähnliche Bilder liefernden Typhusmuskel anzusehen.

Weihl beschreibt ebenfalls in erster Linie nur verletzte Muskeln; Muskeln, welche durch Contraction der contractilen Substanz schon bei Lebzeiten einen wachsartigen Glanz liefern; dieser Wachsglanz ist nicht mit dem der Degeneration zu verwechseln, sondern ist eine vitale Erscheinung, die erst nach dem Absterben in die eigentliche wachsartige Degeneration übergeht. Der gleiche Vorgang waltet am gequetschten Froschlarven- und Tritonenschwanz ob. Der Zerfall nach Abschliessung der Blutzufuhr, wie er in den verschiedenen Fällen von Cohnheim, Heidelberg und Erbkam beschrieben, ist nur ein secundärer. Die primäre Erscheinung ist Absterben der Musculatur ohne erkennbare Veränderung der Structur; erst mit dem Wiedereintritt der Blutzufuhr entsteht die Veränderung der Muskelstructur. Es würde sich hier also um einen Vorgang an todter Musculatur handeln. Etwas Aehnliches wäre bei den Typhusmuskeln sehr wohl denkbar; auch hier kann die Musculatur schon durch Veränderung der Circulation zum Theil abgestorben sein; dass Veränderungen an den Gefässen wirklich vorkommen, ist schon früher beobachtet. Ein stricter Beweis würde gegeben sein, wenn man an einer Typhusleiche möglichst direct post mortem und jedenfalls vor Eintritt der

Todtenstarre todte Musculatur ohne Veränderung der Structur nachweisen könnte. Mir hat dazu Gelegenheit und Material gefehlt.

Als Beweis eines Vorkommens von Wachsglanz an schon todtenstarr gewesenen Muskeln findet sich endlich das Auftreten desselben an eingenähten Muskelstücken: hier ist der Vorgang eine der Auflösung vorangehende Texturveränderung. Zugleich ist damit ein sicherer Fall des Auftretens von Wachsglanz ohne Myosingerinnung gegeben; dies ist von Wichtigkeit, da damit die Myosingerinnung zur Erklärung des Wachsglanzes ausgeschlossen ist. Bei der Verschiedenheit der Vorgänge ist natürlich der genannte kein Beweis dafür, dass bei anderen Arten von Wachsglanz Myosingerinnung nicht im Spiel sei, sondern mit Bestimmtheit nur dafür, dass auch ohne dieselbe Wachsglanz vorkommen kann.

Dass endlich wachsartig degenerirte Muskeln beim lebenden Thier abgestorben sind, beweist die rothe Färbung der Froschmuskeln; dass zu ihrer Resorption Wanderzellen nicht erforderlich, ist ebenfalls an den verschiedenen Froschpräparaten nachgewiesen.

Stellt man die Reihe der Fälle zusammen, bei welchen man das Auftreten wachsartig glänzender Schollen an quergestreifter Musculatur beobachtet, so ergibt sich: dasselbe kommt vor

1. am lebenden Muskel innerhalb des lebenden Körpers (Weihl's Zungenversuche, 1. Stadium; gequetschter Froschlarven- und Tritonenschwanz, 1. Stadium);

2. am noch nicht abgestorbenen, aus dem Körper herausgenommenen Muskel (Zerfall nach Erb);

3. am abgestorbenen Muskel innerhalb des lebenden Körpers (Weihl'sche Versuche, gequetscher Froschlarven- und Tritonenschwanz, 2. Stadium; Froschrücken und verkümmernder Froschlarvenschwanz; in Folge abgeschnittener Blutzufuhr nach Cohnheim, Heidelberg, Erbkam; vielleicht auch Typhusmuskel u. s. w.);

4. am todten, ohne Structurveränderung todtenstarr gewesenen Muskel (Beginn der Resorption nach Einnähen. Das gleiche Bild an abgeschnürten Augenmuskeln nach Höltzke).

THESEN.

I.

Zur Resorption von Muskeln sind Wanderzellen nicht erforderlich.

II.

Ein interstitielles Knochenwachsthum existirt nicht.

III.

Das Virginia-Vaseline ist für medicinische Zwecke nur zu empfehlen.